

## Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades

### Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohling, wobei der auf einem Dorn abgestützte Pulvermetallrohling im Bereich des Aufmaßes durch ein Andrücken einer in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifenden Gegenverzahnung eines umlaufenden Drückerwerkzeuges unter einer plastischen Verformung um das Aufmaß verdichtet wird.

### Stand der Technik

Um eine vergleichsweise niedrige Dauerbiegefestigkeit im Bereich der Zahnfüße und eine geringe Verschleißfestigkeit im Bereich der Zahnflanken bei pulvermetallurgisch hergestellten Zahnrädern zu vermeiden, ist es bekannt (EP 0 552 272 B1, AT 406 836B), die gesinterten Pulvermetallrohlinge der Zahnräder im Flanken- und im Fußbereich der Zähne zu verdichten, so daß eine weitgehend porenfreie Oberflächenschicht erhalten wird, die im Eingriffsbereich des Zahnrades eine erhebliche Steigerung der zulässigen Belastbarkeit mit sich bringt. Die Verdichtung der Oberflächenschicht im Eingriffsbereich des Zahnrades erfolgt über ein Drückerwerkzeug in Form wenigstens eines Zahnrades, das entweder eine in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifende Außenverzahnung (EP 0 552 272 B1) oder eine Innenverzahnung (AT 406 836 B) aufweist, mit deren Hilfe die Gleitgeschwindigkeit zwischen den Zahnflanken des Pulvermetallrohlings und des Drückerwerkzeuges verringert werden kann. Unabhängig von der Art des eingesetzten Drückerwerkzeuges besteht jedoch

die Gefahr, daß die örtlich zwischen dem Drückerwerkzeug und einem das Zahnrad aufnehmenden Dorn auftretenden Druckkräfte eine plastischen Verformung des gesamten Radquerschnittes bedingen, was nicht nur eine unzureichende Verdichtung der Zahnflanken nach sich zieht, sondern auch zu einer unzulässigen Vergrößerung des Radumfanges führt, insbesondere bei Zahnrädern mit einem gegenüber dem Fußkreis vergleichsweise großen Innendurchmesser.

#### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, daß eine vorteilhafte Verdichtung des mit einem Aufmaß hergestellten Pulvermetallrohlings im Verzahnungsbereich sichergestellt werden kann, ohne eine Vergrößerung des Radumfanges befürchten zu müssen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß der Pulvermetallrohling während seiner Verdichtung an beiden Stirnseiten über den Umfang radial eingespannt wird.

Durch die Einspannung des Pulvermetallrohlings an beiden Stirnseiten werden die sonst in wesentlichen auf den Eingriffsbereich des Druckerwerkzeuges örtlich beschränkten Drückerkräfte über den Umfang des Pulvermetallrohlings mit der Wirkung verteilt, daß eine Vergrößerung des Radumfanges unterbunden wird und sich die Verdichtung des Pulvermetallrohlings im wesentlichen auf den Aufmaßbereich der Verzahnung beschränkt. Zur radialen Einspannung des Pulvermetallrohlings über seinen Umfang kann der Pulvermetallrohling in einfacher Weise zwischen zwei Druckringen axial eingeklemmt werden, wobei sowohl Kraft- als auch formschlüssige Verbindungen möglich sind. Es geht je lediglich darum, den Pulvermetallrohling radial einzuspannen, ohne die Verdichtung durch das Drückerwerkzeug im Verzahnungsbereich zu behindern. Zu diesem Zweck können radiale Schubkräfte über den durch das axiale Einklemmen des Pulvermetallrohlings zwischen den Druckringen bedingten Reib-

schluß vom Pulvermetallrohling auf die Druckringe abgetragen werden. Eine entsprechende Kraftabtragung kann aber selbstverständlich auch durch einen Formschluß erreicht oder unterstützt werden, wenn dieser Formschluß eine Kraftübertragung in radialer Richtung erlaubt.

Zur Durchführung des Verfahrens kann von einer bekannten Vorrichtung ausgegangen werden, die einen Dorn zum Abstützen des mit Aufmaß gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohlings des herzustellenden Zahnrades und wenigstens ein Drückerwerkzeug aufweist, das mit einer Gegenverzahnung in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreift. Werden bei einer solchen Vorrichtung zwei zum Dorn koaxiale, den Pulvermetallrohling zwischen sich axial klemmende Druckringe vorgesehen, so kann der Pulvermetallrohling zwischen diesen axial angedrückten Druckringen über den Umfang radial eingespannt werden, um aufgrund der dadurch bedingten Aufnahme eines Teiles der im Eingriffsbereich des Drückerwerkzeuges auf den Pulvermetallrohling zwischen dem Drückerwerkzeug und dem Dorn wirksam werdenden Kräfte eine Vergrößerung des Radumfanges zu unterbinden, ohne die Verdichtung im Verzahnungsbereich zu behindern.

Um einfache Konstruktionsverhältnisse zu schaffen, kann einer der beiden Druckringe axial gegenüber dem Dorn abgestützt werden, während der andere Druckring mit einem axialen Stelltrieb verbunden wird. Über diesen Stelltrieb können somit die erforderlichen axialen Klemmkräfte von den Druckringen auf den Pulvermetallrohling ausgeübt werden.

Soll die radiale Einspannung des Pulvermetallrohlings an seinen beiden Stirnseiten zumindest durch einen Formschluß unterstützt werden, so können die Druckringe und/oder der Pulvermetallrohling axial vorstehende, umlaufende Ansätze zur formschlüssigen Verbindung zwischen dem Pulvermetallrohling und den Druckringen aufweisen. Diese umlaufenden Ansätze können in ringförmige Ausnehmungen eingreifen oder entsprechende Schultern axial übergreifen, um einen in radialer Richtung wirksamen Formschluß sicherzustellen. Die im Bereich des Pulvermetallrohlings vorgesehenen Ansätze oder Ausneh-

mungen können nach der Verdichtung des Verzahnungsbereiches wieder entfernt werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens in einer schematischen Seitenansicht,

Fig. 2 einen auf einem Dorn abgestützten, zwischen zwei stirnseitigen Druckringen radial eingespannten Pulvermetallrohling in einem vereinfachten Axialschnitt in einem größeren Maßstab,

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung einer Konstruktionsvariante der radialen Einspannung des Pulvermetallrohlings und

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform einer radialen Einspannung des Pulvermetallrohlings ebenfalls in einem vereinfachten Axialschnitt.

#### Weg zur Ausführung der Erfindung

Die Vorrichtung gemäß der Fig. 1 weist einen Dorn 1 zur Aufnahme eines zu bearbeitenden Pulvermetallrohlings 2 sowie eine über einen Stelltrieb 3, beispielsweise einen Hydraulikzylinder, an ein Drückerwerkzeug 4 anstellbare Druckrolle 5 auf. Das Drückerwerkzeug 4 besteht aus einem Zahnkranz mit einer Innenverzahnung 6, die als Gegenverzahnung mit der Verzahnung 7 des Pulvermetallrohlings 2 zusammenwirkt. Da die Zähne des Pulvermetallrohlings 2 mit einem entsprechenden Aufmaß im Flanken- bzw. Fußbereich gesintert wurden, die Zähne der Innenverzahnung 6 des Drückerwerkzeuges 4 jedoch entsprechend dem Sollmaß der Zähne des zu fertigenden Zahnrades ausgebildet sind, werden die Zahnflanken bzw. -füße im Bereich des Aufmaßes durch die angepreßten Zähne des Drückerwerkzeuges 4 unter einer plastischen Verformung verdichtet, wobei die Verdichtung schrittweise erfolgt, weil der Pulvermetallrohling in mehreren Umläufen bearbeitet wird.

Damit durch den örtlich auf den Eingriffsbereich des Drückerwerkzeuges 4 beschränkten Kraftangriff keine plastische Verformung des gesamten Zahnradquerschnittes erfolgt, was mit einer Vergrößerung des Radumfanges verbunden ist, wird der Pulvermetallrohling 2 an seinen beiden Stirnseiten über den Umfang radial eingespannt, was einer Verlängerung des Radumfanges entgegensteht. Die sonst örtlich auf den Zahneingriffsbereich beschränkten Drückerkräfte können somit über den gesamten Radumfang verteilt abgetragen werden. Die über den Umfang verteilten Kräfte schließen eine Überlastung des Radkörpers aus. Trotzdem wird die notwendige Verdichtung der Verzahnung im Bereich des Aufmaßes sichergestellt, weil ja die Verzahnung außerhalb des eingespannten Bereichs des Pulvermetallrohlings liegt.

Zum radialen Einspannen des Pulvermetallrohlings 2 über seinen Umfang sind gemäß der Fig. 2 zwei Druckringe 8, 9 vorgesehen, zwischen denen der Pulvermetallrohling 2 axial geklemmt wird. Zur Beaufschlagung dieser Druckringe 8, 9 dient ein Stelltrieb 10, der im Ausführungsbeispiel als Mutter 11 ausgebildet ist, die auf dem Dorn 1 in axialer Richtung schraubverstellbar gelagert ist und den Druckring 9 gegen den Pulvermetallrohling 2 drückt, der sich am Druckring 8 abstützt. Der Druckring 8 selbst schlägt an einer Schulter 12 des Dornes 1 an und wird durch diese Schulter 12 axial festgelegt. Da die Druckringe 8, 9 mit ihren Stirnseiten an den Stirnseiten des Pulvermetallrohlings 2 angepreßt werden, ergibt sich ein Reibschluß, über den radiale Schubkräfte vom Pulvermetallrohling 2 auf die Druckringe 8, 9 abgetragen werden können. Die im Bereich des Radkörpers wirksam werdenden Drückerkräfte werden somit durch die radiale Abstützung des Pulvermetallrohlings 2 nicht nur über den Radumfang verteilt, sondern auch zum Teil auf die Druckringe 8 und 9 abgetragen.

Gemäß der Fig. 3 wird die formschlüssige Verbindung zwischen dem Pulvermetallrohling 2 einerseits und den Druckringen 8, 9 andererseits durch eine formschlüssige Verbindung ergänzt. Zu diesem Zweck bildet der Pulvermetallrohling 2 axial vorstehende Ansätze 13, die von den Druckringen 8, 9 übergriffene Ringschultern ergeben, so daß sich über diese Ringschultern eine form-

schlüssige Abstützung des Pulvermetallrohlings 2 an den Druckringen 8, 9 einstellt.

Wie die Fig. 4 zeigt, kann die radiale Einspannung des Pulvermetallrohlings 2 auch nur kraftschlüssig erfolgen, wenn die Verbindung zwischen dem Pulvermetallrohling 2 und den Druckringen 8, 9 über umlaufende radiale Ansätze 13 der Druckringe 8, 9 erfolgt, die sich in die Stirnseiten des Pulvermetallrohlings 2 eindrücken und damit den angestrebten Formschluß in radialer Richtung bedingen.

### P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohling, wobei der auf einem Dorn abgestützte Pulvermetallrohling im Bereich des Aufmaßes durch ein Andrücken einer in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifenden Gegenverzahnung eines umlaufenden Drückerwerkzeuges unter einer plastischen Verformung um das Aufmaß verdichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulvermetallrohling während seiner Verdichtung an beiden Stirnseiten über den Umfang radial eingespannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulvermetallrohling zur radialen Einspannung zwischen zwei Druckringen axial eingeklemmt wird.
3. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 mit einem Dorn zum Abstützen eines mit Aufmaß gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohlings für ein Zahnrad und mit wenigstens einem Drückerwerkzeug, das mit einer Gegenverzahnung in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreift, dadurch gekennzeichnet, daß zwei zum Dorn (1) koaxiale, den Pulvermetallrohling (2) zwischen sich axial klemmende Druckringe (8, 9) vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Druckringe (8, 9) axial gegenüber dem Dorn (1) abgestützt und der andere Druckring (9) mit einem axialen Stelltrieb (10) verbunden ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckringe (8, 9) und/oder der Pulvermetallrohling (2) axial vorstehende, umlaufende Ansätze (13) zur formschlüssigen Verbindung zwischen dem Pulvermetallrohling (2) und den Druckringen (8, 9) aufweisen.

## Z u s a m m e n f a s s u n g :

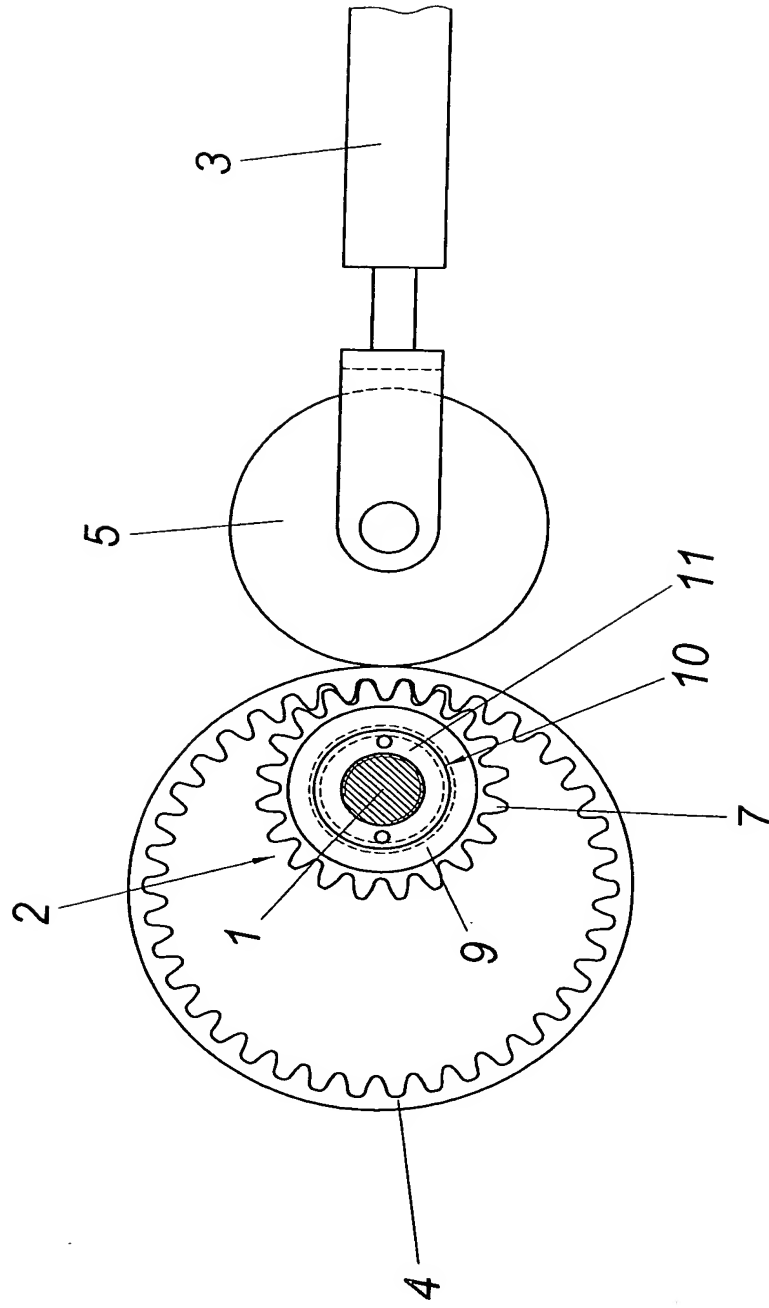
### Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades

Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohling beschrieben, wobei der auf einem Dorn abgestützte Pulvermetallrohling im Bereich des Aufmaßes durch ein Andrücken einer in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifenden Gegenverzahnung eines umlaufenden Drückwerkzeuges unter einer plastischen Verformung um das Aufmaß verdichtet wird. Um eine genaue Herstellung sicherzustellen, wird vorgeschlagen, daß der Pulvermetallrohling während seiner Verdichtung an beiden Stirnseiten über den Umfang radial eingespannt wird.

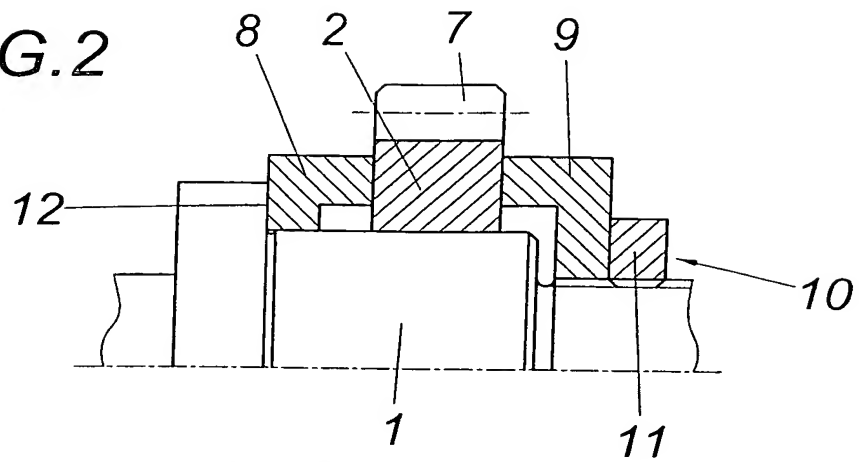
(Fig. 1)



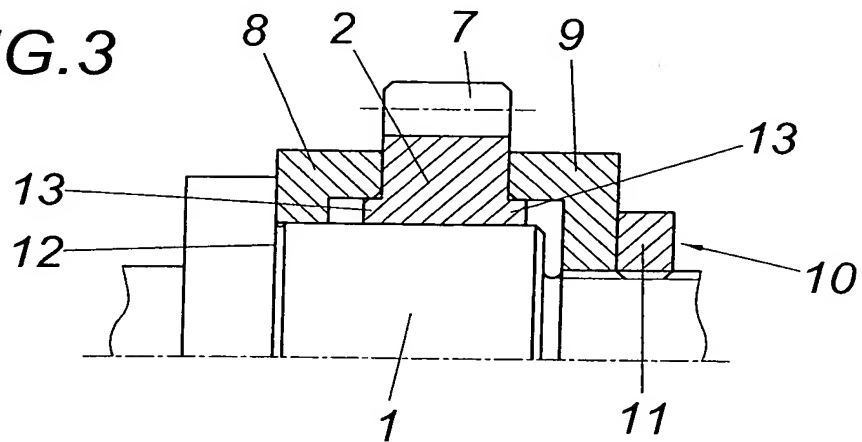
FIG.1



**FIG.2**



**FIG.3**



**FIG.4**

